

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08036123
PUBLICATION DATE : 06-02-96

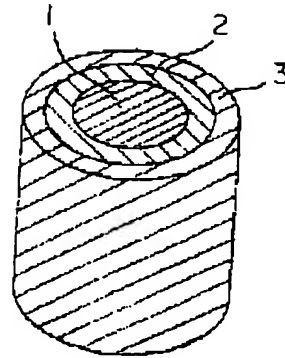
APPLICATION DATE : 25-07-94
APPLICATION NUMBER : 06172898

APPLICANT : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD;

INVENTOR : MATSUDA HIROO;

INT.CL. : G02B 6/44

TITLE : COATED OPTICAL FIBER



ABSTRACT : PURPOSE: To provide a coated optical fiber with a thin coating film while optical transmission characteristics are maintained.

CONSTITUTION: This coated optical fiber consists of a fiber 1 for transmission of light and a coating layer applied on the outer surface of the fiber 1. The coating film consists of a first coating layer applied on the outer surface of the fiber 1 for transmission of light and a second coating layer 3 around the first coating layer 2. The second coating layer 3 consists of such a resin that shows specified nonadhesive property after hardened.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-36123

(43) 公開日 平成8年(1996)2月6日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 6/44

識別記号

3 3 1

庁内整理番号

F 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-172898

(22) 出願日 平成6年(1994)7月25日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 大石 和正

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 赤坂 伸宏

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 角田 樹哉

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外4名)

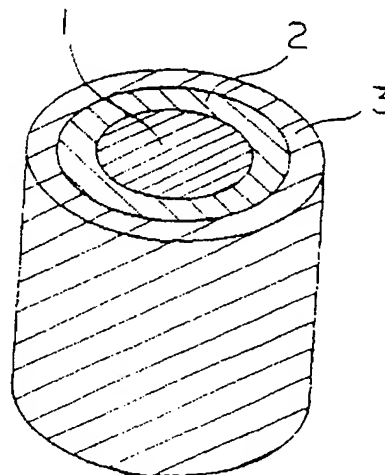
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被覆光ファイバ

(57) 【要約】

【目的】 光伝送特性を維持しつつ、被覆を薄肉化した被覆光ファイバを提供する。

【構成】 光伝送用ファイバと、該ファイバの外周上に配置された被覆とからなる被覆光ファイバであって；前記被覆が、前記光伝送用ファイバの外周上に配置された第1の被覆層と、該第1の被覆層の外周上に配置された第2の被覆層とからなり、且つ該第2の被覆層が、硬化後に特定の非粘着性を有する樹脂からなる被覆光ファイバ。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光伝送用ファイバと、該ファイバの外周上に配置された被覆とからなる被覆光ファイバであって；前記被覆が、前記光伝送用ファイバの外周上に配置された第 1 の被覆層と、該第 1 の被覆層の外周上に配置された第 2 の被覆層とを少なくとも含み、且つ、該第 2 の被覆層が、空気雰囲気下で金属表面に対して非粘着性の硬化面を与える樹脂からなることを特徴とする被覆光ファイバ。

【請求項 2】 前記樹脂の硬化面が、ステンレス表面に対して非粘着性の硬化面である請求項 1 記載の被覆光ファイバ。

【請求項 3】 光伝送用ファイバと、該ファイバの外周上に配置された被覆とからなる被覆光ファイバであって；前記被覆が、前記光伝送用ファイバの外周上に配置された第 1 の被覆層と、該第 1 の被覆層の外周上に配置された第 2 の被覆層とを少なくとも含み；該第 2 の被覆層が、空気雰囲気下で硬化面を与える樹脂からなり；且つ、前記樹脂の硬化面が、該樹脂の他の硬化面に対して非粘着性であることを特徴とする被覆光ファイバ。

【請求項 4】 光伝送用ファイバと、該ファイバの外周上に配置された被覆とからなる被覆光ファイバであって；前記被覆が、前記光伝送用ファイバの外周上に配置された第 1 の被覆層と、該第 1 の被覆層の外周上に配置された第 2 の被覆層とを少なくとも含み；該第 2 の被覆層が、空気雰囲気下で金属表面に対して非粘着性の硬化面を与える樹脂からなり；且つ、前記樹脂の硬化面が、該樹脂の他の硬化面に対しても非粘着性の硬化面であることを特徴とする被覆光ファイバ。

【請求項 5】 前記樹脂の硬化面が、ステンレス表面に対して非粘着性の硬化面である請求項 4 記載の被覆光ファイバ。

【請求項 6】 前記樹脂の硬化面を、該樹脂の他の硬化面に対して貼り合わせた後剥離した際、剥離後の硬化面の中心線平均粗さ (R_a) が $0.1 \mu\text{m}$ 以下である請求項 3 ないし 5 のいずれかに記載の被覆光ファイバ。

【請求項 7】 前記第 2 の被覆層を構成する樹脂のヤング率が、 100 kg/mm^2 以上である請求項 3 ないし 6 のいずれかに記載の被覆光ファイバ。

【請求項 8】 前記第 2 の被覆層の外径が $220 \mu\text{m}$ 以下である請求項 3 ないし 7 のいずれかに記載の被覆光ファイバ。

【請求項 9】 前記第 2 の被覆層を構成する樹脂が、硬化型樹脂である請求項 3 ないし 8 のいずれかに記載の被覆光ファイバ。

【請求項 10】 前記第 2 の被覆層を構成する樹脂が、紫外線硬化型樹脂である請求項 9 に記載の被覆光ファイバ。

【請求項 11】 前記第 1 の被覆層を構成する樹脂が、硬化型樹脂である請求項 3 ないし 10 のいずれかに記載

の被覆光ファイバ。

【請求項 12】 前記第 1 の被覆層を構成する樹脂が、紫外線硬化型樹脂である請求項 11 に記載の被覆光ファイバ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光伝送用被覆光ファイバに関し、より詳しくは、良好な耐側圧光伝送特性を維持しつつ、被覆の薄肉化を可能とした被覆光ファイバに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、通信需要の多様化および通信量の増大に応えるために、都市部を中心に、加入者線路の光ファイバ化が進められている。現時点での加入者用光通信システムにおいては、画像などの大容量通信を扱う専用線システム、および電話や低速のデジタル通信を扱う多重化システムが主であるため、必要な光ファイバの本数も限られている。

【0003】 しかしながら、将来において、画像などの大容量情報を扱う通信が一般化して家庭にも普及するようになれば、銅線によって構成されている現在の加入者線路網を全て光ファイバに置き換えることで、ユーザーの需要に応えることが必要となると予測されている。

【0004】 このような加入者線路網の全光ファイバ化構想 (Fiber To The Home ; FTTH 構想) を実現させるためには、多くの光ファイバを集合させたケーブル (多心光ファイバケーブル) が必要となる。現在用いられている銅線ケーブルに置き換えられるべき光ファイバケーブルとして、現在の銅線ケーブル敷設用管路 (内径 75 mm) に収容可能な外径を有し、且つ、銅線ケーブル (3600 対) と同程度の心線数 (例えば 4000 心) を有する超多心光ファイバケーブルの導入が検討されている (富田ら、1991 年電子情報通信学会春季全国大会講演論文集、B-871)。

【0005】 この超多心光ケーブルを実現させるためには、被覆光ファイバの外径 (現在 1000 心程度、1 つの心線の外径は $250 \mu\text{m}$) を細くすること (細径化) が必要不可欠である。

【0006】 被覆光ファイバは、通常、光伝送用ファイバと、該ファイバの外周上に設けた樹脂被覆とからなる。この樹脂被覆は、外部からの圧力を吸収して光伝送用ファイバの屈曲を防止しファイバの伝送特性を維持する機能を有すると同時に、光伝送用ファイバの外傷を防止するという重要な機能を有している。規格化されている光伝送用ファイバ自体の外径を変えることは困難であるため、被覆光ファイバの細径化のためには、被覆を薄肉化することが必要となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような被覆光ファイバの細径化ないし被覆の薄肉化は、該

光ファイバの品質上の問題、特にファイバ強度（機械的特性）の劣化という問題を生じさせる虞がある。このファイバ強度の劣化は、該ファイバの製造性を著しく低下させるのみならず、光ファイバケーブルの品質保証上重大な問題を招くこととなる。

【0008】したがって、被覆光ファイバの細径化のためには、被覆光ファイバの光伝送特性および機械的特性を維持しつつ、被覆を薄肉化することが必要となる。近年の多心光ファイバケーブル開発の要請に伴い、このような被覆の薄肉化の重要性は、益々増大している。

【0009】薄肉化被覆光ファイバの機械的特性の向上のためには、被覆を構成する樹脂のヤング率を高くすることが有効である。一方、この被覆に用いる樹脂が同一であれば、被覆径が大きい（すなわち、被覆厚が大きい）ほど、光ファイバ強度が良好となることが一般に知られているが、光ファイバケーブルの高密度化の点から、被覆の太径化は望ましくない。

【0010】上記したように、理論的には、被覆ファイバの細径化は、被覆を構成する材料のヤング率をより高くする（より硬くする）ことにより達成可能であると考えられている。しかしながら、本発明者らの検討によれば、薄肉化被覆光ファイバにおいて、単に、被覆を構成する樹脂のヤング率を高くした場合には、該光ファイバの光伝送特性は却って悪化することが認められた。

【0011】本発明の目的は、従来技術における上記した欠点を解消した被覆光ファイバを提供することにある。

【0012】本発明の他の目的は、光伝送特性を維持しつつ、被覆を薄肉化した被覆光ファイバを提供することにある。

【0013】本発明の更に他の目的は、機械的特性（特に対ファイバ側圧特性、対ポピン側圧特性）を実質的に維持しつつ、被覆を薄肉化した被覆光ファイバを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明者らは鋭意研究の結果、被覆光ファイバの最外層の被覆を単に高ヤング率化した場合の光伝送特性の劣化は、該最外層被覆層同士の間隙に基づき該被覆の表面に生ずる微細な凹凸に起因することを見出した。本発明者らは更に研究を進めた結果、光伝送特性および／又は機械的特性を維持しつつ被覆を薄肉化するためには、被覆を複層化するとともに、最外層被覆を構成する樹脂に、空気雰囲気下での硬化時に特定の非粘着性を付与することが極めて効果的であることを見出した。

【0015】本発明の被覆光ファイバは上記知見に基づくものであり、より詳しくは、光伝送用ファイバと、該ファイバの外周上に配置された被覆とからなる被覆光ファイバであって；前記被覆が、前記光伝送用ファイバの外周上に配置された第1の被覆層と、該第1の被覆層の

外周上に配置された第2の被覆層とを少なくとも含み、且つ、該第2の被覆層が、空気雰囲気下で金属表面に対して非粘着性の硬化面を与える樹脂からなることを特徴とするものである。

【0016】本発明によれば、更に、光伝送用ファイバと、該ファイバの外周上に配置された被覆とからなる被覆光ファイバであって；前記被覆が、前記光伝送用ファイバの外周上に配置された第1の被覆層と、該第1の被覆層の外周上に配置された第2の被覆層とを少なくとも含み；該第2の被覆層が、空気雰囲気下で硬化面を与える樹脂からなり；且つ、前記樹脂の硬化面が、該樹脂の他の硬化面に対して非粘着性であることを特徴とする被覆光ファイバが提供される。

【0017】本発明によれば、更に、光伝送用ファイバと、該ファイバの外周上に配置された被覆とからなる被覆光ファイバであって；前記被覆が、前記光伝送用ファイバの外周上に配置された第1の被覆層と、該第1の被覆層の外周上に配置された第2の被覆層とを少なくとも含み；該第2の被覆層が、空気雰囲気下で金属表面に対して非粘着性の硬化面を与える樹脂からなり；且つ、前記樹脂の硬化面が、該樹脂の他の硬化面に対しても非粘着性の硬化面であることを特徴とする被覆光ファイバが提供される。

【0018】

【作用】本発明者らの実験によれば、被覆光ファイバの最外層被覆を構成する樹脂を単に高ヤング率化した場合には、後述する対ファイバ側圧特性（被覆光ファイバを重ね巻きした場合に、ある被覆ファイバが他の被覆ファイバから受ける側圧への耐性）が著しく低下した。本発明者らの実験によれば、この対ファイバ側圧特性低下の原因は、従来の外層用樹脂により形成される硬化面の表面硬化性ないし（硬化面相互の貼り合わせ後に剥離した際の）表面平滑性が不充分であったためと推定された。

【0019】すなわち、本発明者らの実験によれば、外層用樹脂が塗布された後（塗布による被覆表面の硬化性が不十分な状態で）形成された被覆光ファイバがポピン等に巻き取られると、該ファイバの被覆表面が相互に接着してしまうものと推定される。次いで、この被覆光ファイバを上記ポピン等から繰り出す際には、相互に接着している硬化面が剥がされることになるため、該被覆表面に剥がした痕跡である微細な凹凸が残るものと推定される。外層被覆表面にこのような微細な凹凸が発生した場合、該被覆表面は不均一となる。

【0020】外層被覆が軟らかい（ヤング率が低い）場合には、該被覆を構成する樹脂自体の緩和能力により、このような不均一による歪みを吸収することが可能となる。一方、本発明者の知見によれば、外層被覆が硬い（ヤング率が高い）場合には、上記した微細な凹凸が生じ、このような凹凸を有する被覆表面を備えた被覆光ファイバ同士が接し合う（押し合う）ことにより、表面不

5

均一による歪みを被覆内側のガラスファイバに（互いに）与え合うこととなり（すなわち、ある被覆光ファイバ自体が加害者でもあり、被害者である状態となり）、マイクロバンドに基づく光の損失（マイクロバンドロス）が生じ、損失増加を招いていると推定される。このような現象は、ヤング率が非常に高い（硬い）被覆の使用が要請される細径ファイバにおいて、特に顕著となることを見出されている。

【0021】これに対して、上記した本発明の被覆光ファイバは、最外層被覆（第2の被覆層）を構成する樹脂が、空気雰囲気下で特定の非粘着性を有する硬化面を与える（すなわち、上記した微細な凹凸が発生しにくい）ため、応力付加時にも被覆表面の均一性を保つことが可能となる。したがって、本発明によれば、最外層被覆を硬く（ヤング率を高く）しても、良好な対ファイバ側圧特性および／又は対ポピン側圧特性を有する被覆光ファイバを得ることができる。

【0022】従来においては、種々の高ヤング率材料を用いて被覆光ファイバを実際に作製した後、該被覆ファイバの光伝送特性（対ファイバ側圧特性、対ポピン側圧特性等）を評価すること、すなわち試行錯誤により良好な光伝送特性を有する薄肉化被覆光ファイバを得ていた。これに対して本発明によれば、最外層被覆に用いるべき好適な材料を予め効率的にスクリーニングした後、被覆光ファイバを作製できるため、用途、コスト等に応じて最適な材料を選択しつつ、良好な光伝送特性を有する薄肉化被覆光ファイバを容易に得ることができる。

【0023】以下、必要に応じて図面を参照しつつ、本発明を詳細に説明する。

【0024】（被覆光ファイバ）光伝送用ファイバの外周上に、少なくとも2層の被覆層からなる被覆が配置された構成を有する限り、本発明の被覆光ファイバの構造は特に制限されない。被覆全体の薄肉化と、被覆光ファイバの耐マイクロバンド特性とのバランスの点からは、該被覆は、緩衝層の作用を有する第1の被覆層（比較的硬度が低い内層）と、比較的硬度が高い第2の被覆層（外層）とを含む、少なくとも2層からなることが好ましい。これらの第1および／又は第2の被覆層は、それぞれ、高分子化合物、更には硬化型樹脂からなることが好ましい。この硬化型樹脂は、紫外線硬化型樹脂（例えば、紫外線硬化型ウレタン樹脂等）からなることが特に好ましい。

【0025】図1は、本発明の被覆光ファイバ心線（ないし素線）の構造の一態様を示す部分模式斜視図である。

【0026】図1を参照して、この被覆光ファイバは、光伝送用ガラスファイバ1と、該ファイバ1の外周に施された第1の被覆層2と、該第1の被覆層2の外周に施された第2の被覆層3とから構成される。光伝送用ガラ

6

スファイバ1は、通常、コア（図示せず）と、該コアの外側に設けられたクラッド（図示せず）とから構成される。光伝送用ガラスファイバ1の外径は、通常は125 μm であることが好ましい。

【0027】（硬化面の非粘着性）本発明の好ましい一態様においては、上記した第2の被覆層3は、空気雰囲気下で特定の非粘着性を有する硬化面を与える樹脂からなる。樹脂がこのような特定の硬化面を与えるか否かは、より具体的には、以下のような「硬化時の非粘着性確認試験（対金属表面・全般）」により判別することが可能である。この非粘着性確認の際に使用すべき金属は特に制限されないが、例えば、ステンレス表面が好適に使用可能である。

【0028】＜硬化時の非粘着性確認試験（対金属表面）＞すなわち、まず、上記第2の被覆層3に使用する樹脂を、通常、空気雰囲気下、湿度50%RH、温度23 $^{\circ}\text{C}$ とした恒温室内にて、該被覆層3として使用されるべき状態と同様の状態となるような条件下で、大きさ10 \times 10cm、厚さ200 μm のシート状態に硬化させて硬化シートを得る。上記樹脂が紫外線硬化型樹脂である場合には、例えば、紫外線照射ランプ（アイグロフィックス社製、商品名：メタルハライドランプMo15-L312）を用いて照射光量100mJ/cm²にて紫外線を照射することにより、シート状態に硬化させることにより、上記硬化シートを得ればよい。

【0029】上記硬化シートを、所定の金属板（例えば、鏡面加工したステンレス板）上に、該シートと該金属板とが100 \times 100mmの面積で接触するようにして乗せる。次いで、該硬化シート上に、これとほぼ同じ大きさのテフロン（ポリテトラフルオロエチレン）樹脂板（厚さ3mm）を乗せ、該テフロン樹脂板の上に100gの分銅を乗せる。この状態で、上記恒温室内にて20分放置した後、上記テフロン樹脂板を静かに硬化シートから剥がし、残りの硬化シート－金属板の積層部分を静かに手で保持しつつ、該金属板側をスタンドに垂直に保持する。この状態で積層部分から手を離れた後、上記硬化シートが落下するまでの時間（a秒）を測定する。この場合、本発明において、「硬化シート表面が非粘着性（対金属）」とは、 $a \leq 5$ 秒であることをいう。

【0030】本発明においては、硬化シート表面の非粘着性は、上記した落下時間として $a \leq 5$ 秒であることが好ましい。

【0031】第1の被覆層2の厚さは、7 \sim 50 μm 程度が好ましい。該第1の被覆層2を構成する材料（硬化後）のヤング率は、0.04 \sim 0.30kg/mm²程度、更には0.05 \sim 0.20kg/mm²程度、特に0.07 \sim 0.15kg/mm²程度が好ましい。

【0032】第2の被覆層3の厚さは、5 \sim 40 μm 程度が好ましい。該第2の被覆層3を構成する材料（硬化後）のヤング率は、50kg/mm²以上（更には10

7

0 kg/mm²以上)が好ましい。このヤング率は、通常200 kg/mm²以下(更には170 kg/mm²以下)が好ましい。

【0033】本発明の被覆光ファイバを、超多心光ファイバケーブルの心線(ないし素線)として用いる場合、最も外側の被覆(第2の被覆層3)の外径は、220 μm以下であることが好ましく、更には200 μm以下(特に180 μm以下)であることが好ましい。

【0034】以上においては、被覆を構成する内層、外層が各1層(すなわち、第1の被覆層2、第2の被覆層3)である本発明の態様について説明したが、光伝送用ガラスファイバ1の外周上に、少なくとも2層からなる樹脂被覆層を有する本発明の被覆光ファイバにおいては、最外被覆層を構成する樹脂が、上記した非粘着性を有する限り、上記した態様と同様の効果を得ることができる。

【0035】(対ファイバ側圧特性)本発明の被覆光ファイバは、光伝送損失(波長1.55 μm)の損失増分で、0.025 dB/km以下、更には0.02 dB/km以下の対ファイバ側圧特性を有することが好ましい。

【0036】本発明においては、この対ファイバ側圧特性は、以下のようにして測定することが可能である。

【0037】すなわち、図2の模式斜視図を参照して、被覆光ファイバ21を、100 gの巻き付け張力にてポピン22(胴部分の外径:28 cm)上に3層巻き付ける。この図2の「A」で示した部分の拡大断面図である図3に示すように、この3層巻きつけた部分は、測定を行わないダミーファイバ部分である。次いで、この3層のダミーファイバ部分の上に、該3層と同じ被覆光ファイバ21を、100 gの巻き付け張力にて、更に3層巻き付けて、測定ファイバ部分とする(図3)。

【0038】このようにしてポピン22に巻きつけた上3層(測定ファイバ部分)のみの光伝送損失L₁(波長1.55 μm)を、巻き付けから30分以内にカットバック法で測定する(このカットバック法の詳細については、大久保勝彦「ISDN時代の光ファイバ技術」理工学社、1989年、第(3-15)~(3-16)頁を参照することができる)。上記カットバック法による測定においては、下記の条件が好適に使用可能である。

【0039】分光器:オベレックス社製、商品名:FML-100波長損失測定器(含パワーメータ)

上記した光伝送損失L₁の測定とは別に、同一の光ファイバの束状態(ポピン等に巻きつけていない状態、約1000 m)での光伝送損失L₂(波長1.55 μm)を、上記カットバック法により測定する。上記巻きつけた状態での光伝送損失L₁から束状態での光伝送損失L₂を差し引き、この差(L₁-L₂)を損失増分(対ファイバ側圧特性)とする。

【0040】(対ポピン側圧特性)本発明の被覆光ファイ

8

バは、光伝送損失(波長1.55 μm)の損失増分で、1.5 dB/km以下、更には1.2 dB/km以下の対ポピン側圧特性を有することが好ましい。

【0041】本発明においては、この対ポピン側圧特性は、以下のようにして測定することが可能である。

【0042】すなわち、図4の模式斜視図を参照して、胴の部分にJISに基づく#1000のサンドペーパー31を貼り付けたポピン32(胴部分の外径:28 cm)上に、被覆光ファイバ33を、100 gの巻き付け張力にて1層巻き付ける。このようにしてポピン32に巻きつけた被覆光ファイバ33(長さ:約500 m)の光伝送損失L₁(波長1.55 μm)を、巻き付け直後から30分以内に、上記と同様にカットバック法で測定する。

【0043】上記した光伝送損失L₁の測定とは別に、同一の光ファイバの束状態(ポピン等に巻きつけていない状態、約1000 m)での光伝送損失L₂(波長1.55 μm)を、上記カットバック法により測定する。上記巻きつけた状態での光伝送損失L₁から束状態での光伝送損失L₂を差し引き、この差(L₁-L₂)を損失増分(対ポピン側圧特性)とする。

【0044】(硬化面相互の非粘着性)本発明の他の好ましい態様においては、被覆光ファイバを構成する第2の被覆層が、空気雰囲気下で硬化面を与える樹脂からなり、且つ、前記樹脂の硬化面が、該樹脂の他の硬化面に対して非粘着性である。このように第2の被覆層が、硬化面相互間で非粘着性であるような硬化面を与える樹脂からなることは、被覆層相互接触後の剥離等に基づく被覆表面の微細な凹凸を低減する点から好ましい。

【0045】本発明の被覆光ファイバにおいては、上記した第2の被覆層を構成する樹脂は、前記した「金属表面に対する非粘着性」あるいは上記「硬化面相互間の非粘着性」のいずれかを与えれば足りるが、被覆表面の微細な凹凸を更に低減する点からは、これらの「金属表面に対する非粘着性」および「硬化面相互間の非粘着性」の双方を与えることが好ましい。

【0046】上記「硬化面相互の非粘着性」は、例えば、以下のようにして測定することが可能である。

【0047】<硬化時の非粘着性確認試験(硬化面相互)>すなわち、上記した「硬化時の非粘着性確認試験(対金属)」における硬化方法と同様にして、上記第2の被覆層3に使用する樹脂からなる硬化シートを2枚得る。

【0048】上記した2枚の硬化シートのうちの一方(A)をテフロン樹脂板上に乗せ、該シート(A)上に、これと100×100 mmの面積で接触するようにして、他方の硬化シート(B)を乗せる。次いで、該シート(B)上にこれとほぼ同じ大きさのテフロン樹脂板(厚さ3 mm)を乗せ、該テフロン樹脂板の上に100 gの分銅を乗せる。この状態で、上記恒温室内にて70

分放置した後、上記テフロン樹脂板を静かに硬化シートから剥がし、残りの硬化シート(A)と硬化シート(B)との積層部分を静かに手で保持しつつ、硬化シート(A)側をスタンドに垂直に保持する。この状態で積層部分から手を離した後、上記硬化シート(B)が落下するまでの時間(b秒)を測定する。この場合、本発明において、「硬化面相互の非粘着性」の点からは、 $b \leq 10$ 秒(更には $b \leq 5$ 秒)であることが好ましい。

【0049】(硬化面剥離後の凹凸)本発明において、被覆層相互接触後の剥離等に基づく被覆表面の微細な凹凸を更に低減する点からは、上記第2の被覆層を構成する樹脂は、硬化面相互間における剥離後に、特定の表面粗さを与えることが好ましい。このような剥離後の表面粗さは、例えば、以下のようにして測定することが可能である。

【0050】<剥離後の表面粗さ確認試験>すなわち、上記した「硬化時の非粘着性確認試験(対金属)」における硬化方法と同様にして、上記第2の被覆層3に使用する樹脂からなる硬化シートを2枚得る。

【0051】上記した2枚の硬化シートのうちの一方(A)をテフロン樹脂板上に乗せ、該シート(A)上に、これと 100×100 mmの面積で接触するようにして、他方の硬化シート(B)を乗せる。次いで、該シート(B)上にこれとほぼ同じ大きさのテフロン樹脂板(厚さ3mm)を乗せ、該テフロン樹脂板の上に100gの分銅を乗せる。この状態で、上記恒温室内にて70分放置した後、上記テフロン樹脂板を静かに硬化シートから剥がし、残りの硬化シート(A)と硬化シート(B)との積層部分を静かに手で保持しつつ、硬化シート(A)側をスタンドに垂直に保持する。この状態で積層部分から手を離し、上記硬化シート(B)をその自重による落下により剥離させる。剥離後の硬化シート(A)の剥離面の表面粗さを触針法で測定し、日本工業規格(JIS)B 0601-1970に基づく中心線平均粗さ(R_a)を求める。この場合、本発明において、「剥離後の硬化面の表面粗さ」は、 R_a で $0.1 \mu\text{m}$ 以下(更には $0.06 \mu\text{m}$ 以下)であることが好ましい(この中心線平均粗さ R_a の詳細については、谷口修「機械計測」第77~80頁(養賢堂)1974年を参照することができる)。

【0052】(被覆光ファイバの製造法)本発明の被覆光ファイバの製造法は特に限定されないが、該被覆光ファイバは、例えば、図5に模式断面図を示すような線引装置を用いて好適に製造することが可能である。

【0053】すなわち、図5を参照して、光ファイバ母材41を線引炉42において線引して、ガラス光ファイバ1を得る。次いで該ガラス光ファイバ1を第1の樹脂塗布装置43aに通過させて、紫外線硬化型樹脂からなる第1の塗布層(図示せず)を該ファイバ1上に設けた後、該ファイバ1を第1の紫外線照射装置44aに通過

させて、上記紫外線硬化型樹脂からなる第1の塗布層を硬化させ、ファイバ1上に第1の被覆層2(図1)を形成する。上記第1の紫外線照射装置44aは、ガラス光ファイバ1が通過すべき中空筒状体45aと、紫外線硬化型樹脂の塗布層に紫外線を照射する紫外線ランプ46aと、該紫外線を反射する反射鏡47aとから構成されている。

【0054】次いで、上記第1の被覆層2を形成した光ファイバ1を第2の樹脂塗布装置43bに通過させて、紫外線硬化型樹脂からなる第2の塗布層(図示せず)を該ファイバ1上に設けた後、該ファイバ1を第2の紫外線照射装置44bに通過させて、上記紫外線硬化型樹脂からなる第2の塗布層を硬化させ、前記第1の被覆層2上に第2の被覆層3(図1)を形成して、図1に示した構成を有する被覆光ファイバ48を得る。上記第2の紫外線照射装置44bは、前記第1の紫外線照射装置44aと同様に、ガラス光ファイバ1が通過すべき中空筒状体45bと、紫外線硬化型樹脂の塗布層に紫外線を照射する紫外線ランプ46bと、該紫外線を反射する反射鏡47bとから構成されている。

【0055】上記のようにして得られた被覆光ファイバ48は、次いで、巻取機49に巻き取られる。

【0056】以下、実施例により本発明を更に具体的に説明するが、これらの実施例は本発明の範囲を何等制限するものではない。

【0057】

【実施例】図5に示した線引装置を用いて、光ファイバ母材41を線引炉42で線引して、コアと、該コアの周囲に配置されたクラッドとからなるガラス光伝送用ファイバ1(ノーマルシングルモード、外径 $125 \mu\text{m}$)を得た。次いで、該光ファイバ1を第1の樹脂塗布装置43aに通過させて、該ガラスファイバ1上に、(硬化後に軟らかい被覆層を与える)紫外線硬化型ウレタンアクリレート樹脂からなる塗布層を設けた後、更に紫外線照射ランプ46aを備えた第1の紫外線照射装置44aに通過させることにより、該紫外線硬化型樹脂の塗布層を硬化させて、ガラスファイバ1上に第1の被覆層2(図1)を形成した。このようにして形成した第1の被覆層2(内層ないし緩衝層)のヤング率は、 0.1 kg/m^2 であり、その層厚は下記表1に示す通りであった。

【0058】次いで、上記により第1の被覆層2を形成したファイバ1を、第2の樹脂塗布装置43bに通過させて、該ガラスファイバ1上に、(硬化後に硬い被覆を与える)紫外線硬化型ウレタンアクリレート樹脂からなる塗布層を設け、更に、紫外線照射ランプ46bを備えた第2の紫外線照射装置44bに通過させることにより該紫外線硬化型樹脂の塗布層を硬化させて、ガラスファイバ1上に第2の被覆層3を形成し、図1に示す構成を有する被覆光ファイバ48を得た。この第2の被覆層2(外層ないし保護層)は、下記表1に示す通り、硬化後

の表面粘着性が異なり、且つヤング率の異なる被覆を与える複数の紫外線硬化型ウレタンアクリレート樹脂を用いて形成した。また、第2の被覆層の被覆外径は、下記表1に示す通りであった。

【0059】上記で得た各被覆光ファイバのパラメータは、モードフィールド径は約 $9.5\mu\text{m}$ (NFP (near field pattern) 法による)、カットオフ波長は約 $1.25\mu\text{m}$ (「曲げ法」による)であった。ここで用いた「NFP法」および「曲げ法」の詳細については、例え*

	内 層 (緩衝層) 紫外線硬化型 ウレタンアクリレート樹脂		外 層 (保護層) 紫外線硬化型 ウレタンアクリレート樹脂		ヤング率 (kg/mm^2)	対ファイバ 側圧特性 損失増分 (dB)	対ボビン 側圧特性 損失増分 (dB)
	被覆径 ($\mu\text{m}\phi$)	被覆径 ($\mu\text{m}\phi$)	表面ベタつき (kg/mm^2)	R_p (μm)			
A	150	180	有り	0.15	60	0.03	2.0
B	150	180	有り	0.24	80	0.04	1.8
C	150	180	有り	0.36	130	0.10	1.2
D	150	180	有り	0.89	150	0.15	1.0
E	150	180	無し	0.06	60	0.02	2.0
F	150	180	無し	0.06	80	0.02	1.8
G	150	180	無し	0.04	130	0.02	1.1
H	150	180	無し	0.03	150	0.02	0.9
I	170	200	無し	0.03	150	0.00	0.6
J	180	220	無し	0.03	150	0.00	0.5
K	200	250	有り	0.15	60	0.00	0.5

【0062】上記表1に示した「対ファイバ側圧特性」は、以下のようにして測定した。

【0063】すなわち、図2および図3に示すように、被覆光ファイバ21を、100gの巻き付け張力にてボビン22上に3層巻き付け(ダミーファイバ部分)、この3層のダミーファイバ部分の上に、更に該光ファイバ21を、100gの巻き付け張力にて、更に3層巻き付けて測定ファイバ部分とした。このようにしてボビン22に巻きつけた上3層(測定ファイバ部分)のみの光伝送損失 L_1 (波長 $1.55\mu\text{m}$)を、巻き付けから30分以内にカットバック法で測定した。このカットバック法による測定においては、下記の条件を用いた。

【0064】分光器:オベックス社製、商品名:FM L-100波長損失測定器(含パワーメータ)

上記した光伝送損失 L_1 の測定とは別に、同一の光ファイバの束状態(ボビン等に巻きつけていない状態、約1000m)での光伝送損失 L_2 (波長 $1.55\mu\text{m}$)を、上記カットバック法により測定した。上記した巻き付け状態での光伝送損失 L_1 から束状態での光伝送損失 L_2 を差し引き、この差($L_1 - L_2$)を損失増分(対ファイバ側圧特性)とした。

【0065】一方、上記「対ボビン側圧特性」は、以下のようにして測定した。

【0066】すなわち、図4に示すように、胴の部分に

*ば、大久保勝彦「ISDN時代の光ファイバ技術」、理工学社(1989年)、第(3-5)~(3-12)頁を参照することができる。

【0060】上記のようにして得た各被覆光ファイバの光伝送特性(対ファイバ側圧特性、対ボビン側圧特性)を評価した。結果を下記表1にまとめて示す。

【0061】

【表1】

#1000のサンドペーパー31を貼り付けたボビン32上に、被覆光ファイバ33を、100gの巻き付け張力にて1層巻き付け、このように巻きつけた被覆光ファイバ33(長さ:約500m)の光伝送損失 L_1 (波長 $1.55\mu\text{m}$)を、巻き付け直後から30分以内に、上記と同様にカットバック法で測定した。

【0067】上記した光伝送損失 L_1 の測定とは別に、同一の光ファイバの束状態(ボビン等に巻きつけていない状態、約1000m)での光伝送損失 L_2 (波長 $1.55\mu\text{m}$)を、上記カットバック法により測定した。上記した巻きつけ状態での光伝送損失 L_1 から束状態での光伝送損失 L_2 を差し引き、この差($L_1 - L_2$)を損失増分(対ボビン側圧特性)とした。

【0068】上記第2の被覆層を構成する紫外線硬化型樹脂の硬化後の表面粘着性は、以下の方法で確認した。

【0069】すなわち、上記した各被覆光ファイバの第2の被覆層3に使用したものと同一の樹脂を、通常の空気雰囲気下、湿度50%RH、温度23℃とした恒温室内にて、紫外線照射ランプ(アイグラフィックス社製、商品名:メタルハイドランプMO15-L312)を用いて照射光量 $100\text{mJ}/\text{cm}^2$ で、大きさ $10\times 10\text{cm}$ 、厚さ $200\mu\text{m}$ のシート状態に硬化させて硬化シートを得た。

【0070】上記硬化シートを、鏡面加工したステンレ

ス板上に、該シートと該ステンレス板とが100×100mmの面積で接触するようにして乗せ、該硬化シート上に、これとほぼ同じ大きさのテフロン樹脂板(厚さ3mm)を乗せ、更に、該テフロン樹脂板の上に100gの分銅を乗せた。この状態で、上記恒温室内にて20分放置した後、上記テフロン樹脂板を静かに硬化シートから剥がし、残りの硬化シート・ステンレス板の積層部分を静かに手で保持しつつ、該ステンレス板側をスタンドに垂直に保持した。この状態で積層部分から手を離れた後、上記硬化シートが落下するまでの時間(a秒)を測定したところ、5秒以内に硬化シートが落下したもの(a≤5秒)を上記表1では「表面ベタつき無し」とし、硬化シートの落下まで5秒を越えたもの(硬化シートが落下しなかったものを含む)を、「表面ベタつき有り」とした。

【0071】また、上記第2の被覆層を構成する紫外線硬化型樹脂の剥離後の表面粗さは、以下の方法で測定した。

【0072】すなわち、上記した非粘着性確認試験における硬化方法と同様にして、上記第2の被覆層3に使用する樹脂からなる硬化シートを2枚得た。

【0073】上記した2枚の硬化シートのうち的一方(A)をテフロン樹脂板上に乗せ、該シート(A)上に、これと100×100mmの面積で接触するようにして、他方の硬化シート(B)を乗せ、該シート(B)上にこれとほぼ同じ大きさのテフロン樹脂板(厚さ3mm)を乗せ、該テフロン樹脂板の上に100gの分銅を乗せた。この状態で、上記恒温室内にて70分放置した後、上記テフロン樹脂板を静かに硬化シートから剥がし、残りの硬化シート(A)と硬化シート(B)との積層部分を静かに手で保持しつつ、硬化シート(A)側をスタンドに垂直に保持した。この状態で積層部分から手を離し、上記硬化シート(B)をその自重による落下により剥離させた後、剥離後の硬化シート(A)の剥離面の表面粗さを触針法で測定し、JIS B 0601-1970に基づく中心線平均粗さ(R_a)を求めた。

【0074】上記表1に示したように、外層(第2層)被覆のヤング率を高くするにつれ、対ボビン側圧特性の急激な向上が見られた。被覆光ファイバが、自己の被覆に比べて極めて硬いものに接する可能性がある場合、外層被覆をより硬い(ヤング率の高い)ものとして、外部からの力を封じることが効果的であった。この高ヤング率化は、被覆層厚が薄い細径被覆光ファイバにおいては、特に有効であった。

【0075】しかしながら、このような外層被覆の単なる高ヤング率化は、上記表1(試料A~D)に示したように、対ファイバ側圧特性を著しく低下させた。

【0076】この対ファイバ側圧特性低下の原因は、本発明者の検討によれば、従来の外層用紫外線硬化型樹脂においては、表面硬化性、又は剥離後の表面平滑性が不

充分であったため、被覆光ファイバがボビン等に巻き取られて被覆表面が相互に接着し、該被覆光ファイバをボビン等から繰り出す際に接着面剥離の痕跡(微細な凹凸、表面不均一)が生ずると推定される。外層被覆が軟らかい(ヤング率の低い)場合、自己の緩和能力によりこの不均一による歪みを吸収することができるが、外層被覆が硬い(ヤング率が高い)場合、被覆表面を接しあう被覆光ファイバ同士が、表面不均一による歪みを互いのガラスファイバ部分に与え合うこととなり、マイクロベンドロスによる損失増加が生じたと推定される。

【0077】これに対して、特定の非粘着性を有する硬化面および/又は剥離後の特定の平滑性を与える紫外線硬化型樹脂を外層被覆に用いた本発明の光ファイバ(表1の試料A~J)においては、硬化後ないし剥離後においても被覆表面の均一を保持することが可能となり、これにより外層被覆を硬く(ヤング率を高く)しても、良好な対ファイバ側圧特性が得られたものと推定される。

【0078】上記したように、本発明によれば、高ヤング率で且つ硬化後の表面粘着性が抑制された紫外線硬化型樹脂を外層被覆に用いることにより、被覆の薄い細径被覆光ファイバ(外径:220μmφ、200μmφ、180μmφ)としても、被覆が厚い従来の被覆光ファイバと同等に、良好な光伝送特性が得られることが確認された。

【0079】

【発明の効果】上述したように本発明によれば、光伝送用ガラスファイバと、該ファイバの外周上に配置された第1の被覆層と、該第1の被覆層の外周上に配置された第2の被覆層とを少なくとも含み、且つ、該第2の被覆層が、硬化後に特定の非粘着性を有する樹脂からなる被覆光ファイバが提供される。

【0080】上記構成を有する本発明の被覆光ファイバは、複数層からなる被覆と、硬化後の非粘着性を有する最外層(第2層)との組合せに基づき、被覆表面に生ずる微細な凹凸に起因するマイクロベンドロスを防止することにより、光伝送特性を維持しつつ被覆を薄肉化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の被覆光ファイバの構成の一態様を示す模式斜視図である。

【図2】本発明における対ファイバ側圧特性の測定方法を説明するための模式斜視図である。

【図3】図4の一部(Aの部分)を示す拡大模式断面図である。

【図4】本発明における対ボビン側圧特性の測定方法を説明するための模式斜視図である。

【図5】本発明の被覆光ファイバの製造方法の一例を示す模式断面図である。

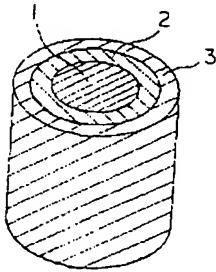
【符号の説明】

1…光伝送用ガラスファイバ、2…第1の被覆層、3…

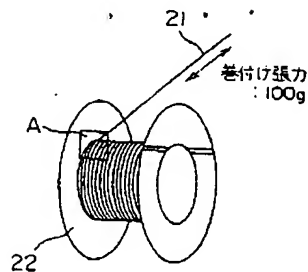
15

第2の被覆層、21…被覆光ファイバ、22…巻き付けボビン、31…サンドペーパー、32…巻き付けボビン、33…被覆光ファイバ、41…光ファイバ母材、4

【図1】



【図2】

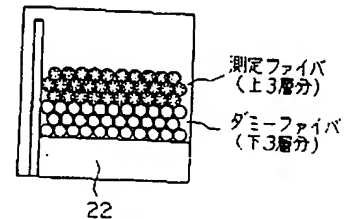


(対ファイバ側圧試験)

16

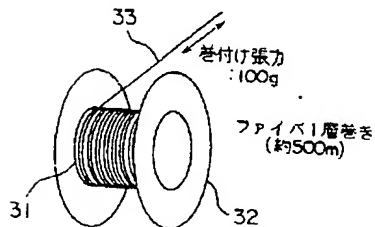
2…線引炉、43a、43b…樹脂塗布装置、44a、44b…紫外線照射装置、48…被覆光ファイバ、49…巻取機。

【図3】



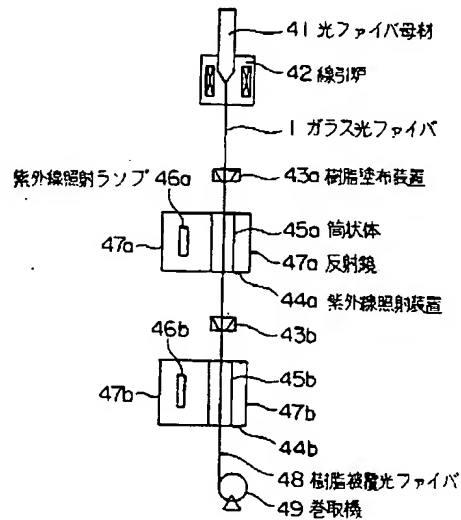
〔A部分の拡大断面図〕

【図4】



(対ボビン側圧試験図)

【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 松田 裕男
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.